

## Hydraulic braking system

Patent number: DE19651153  
Publication date: 1998-06-18  
Inventor: SCHUNCK EBERHARDT (DE)  
Applicant: BOSCH GMBH ROBERT (DE)  
Classification:  
- International: B60T7/04; B60T8/40; B60T13/68; B60T7/04; B60T8/40; B60T13/68; (IPC1-7): B60T13/12  
- european: B60T7/04B; B60T8/40J; B60T13/68C  
Application number: DE19961051153 19961210  
Priority number(s): DE19961051153 19961210

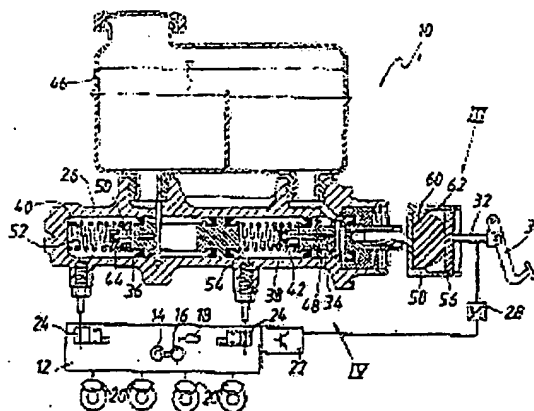
Also published as:

US6058705 (A1)  
JP10167042 (A)  
FR2756797 (A1)

Report a data error here

### Abstract of DE19651153

The braking system (10) includes a tandem main brake cylinder (26) as the supplier of the intended braking force for braking by an outside force. This is followed by separating valves (24) to separate the main brake cylinder from the wheel brake cylinders (20) for outside force braking. The pistons (34,36) of the main brake cylinder have an extended idling stroke. This may be achieved by lifting the central valves (42,44) integrated in the pistons. This makes the pedal force effected by simulator spring elements (52,54) cocked by the pistons.



Data supplied from the [esp@cenet](mailto:esp@cenet) database - Worldwide



DEUTSCHES  
PATENTAMT

②1 Aktenzeichen: 196 51 153.4  
②2 Anmeldetag: 10. 12. 96  
④3 Offenlegungstag: 18. 6. 98

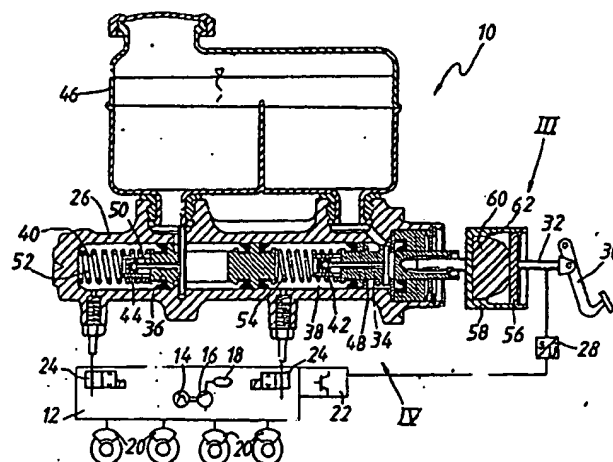
⑦1 Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦2 Erfinder:  
Schunck, Eberhardt, 76829 Landau, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Hydraulische Bremsanlage

⑤7 Die Erfindung betrifft eine hydraulische Bremsanlage (10) mit einem Tandem-Hauptbremszylinder (26) als Bremskraft-Sollwertgeber für eine Bremsung per Fremdkraft, dem Trennventile (24) nachgeschaltet sind, um den Hauptbremszylinder (26) zur Fremdkraftbremsung von Radbremszylindern (20) hydraulisch zu trennen. Um bei geschlossenen Trennventilen (24) einen Pedalweg zu realisieren, schlägt die Erfindung einen verlängerten Leerweg der Kolben (34, 36) des Hauptbremszylinders (26) vor, indem beispielsweise ein Ventilöffnungshub von in die Kolben (34, 36) integrierten Zentralventilen (42, 44) vergrößert wird. Eine wegabhängige Pedalkraft wird mit die Kolben (34, 36) beaufschlagenden Simulatorfederelementen (52, 54) verwirklicht.



DE 196 51 153 A 1

Die Erfindung betrifft eine hydraulische Bremsanlage nach der Gattung des Hauptanspruchs, die normalerweise mittels Fremdkraft und hilfsweise mittels Muskelkraft betätigbar ist.

Eine derartige Bremsanlage ist bekannt aus der DE 43 22 182 A1. Die bekannte Bremsanlage weist eine Fremdenergiequelle in Form einer mit einem elektrischen Pumpenmotor antreibbaren Hydropumpe auf, die in einen Hydrodruckspeicher fördert, der Bremsflüssigkeit unter Druck zur Bremsung enthält. An den Hydrospeicher sind Radbremszylinder angeschlossen, wobei ein Radbremsdruck in den Radbremszylinder mittels Radbremsdrucksteuerventilanordnungen einstellbar ist. Diese Radbremsdrucksteuerventilanordnungen weisen üblicherweise ein Bremsdruckaufbau- und ein Bremsdruckabbauventil für jeden Radbremszylinder auf, die auch zu einem Ventil zusammengefaßt sein können.

Als Bremskraft-Sollwertgeber für den Bremsbetrieb mittels Fremdkraft weist die bekannte Bremsanlage ein Bremspedal und einen herkömmlichen Hauptbremszylinder auf, der zur Fremdkraftbremsung mittels eines nachgeschalteten Trennventils von den Radbremszylindern trennbar ist. Die Radbremsdrücke werden abhängig von einem Bremspedalweg oder dessen Betätigungskraft bzw. dem erzeugten Hauptbremszylinderdruck eingestellt, wobei in den Radbremszylindern vorne und hinten und bei einem Bremschlupfregelbetrieb auch rechts und links verschiedene Drücke eingestellt werden können.

Der Hauptbremszylinder der bekannten Bremsanlage ist bevorzugt ein Tandem-Hauptbremszylinder, von dessen beiden Verdrängungskammern wenigstens eine Vorderradbremszylinder zugeordnet ist. Bei Ausfall der Fremdenergie kann eine Hilfsbremsung mit Muskelkraft ausgeführt werden.

Die Verdrängungskammern des Tandem-Hauptbremszylinders sind zur Realisierung von Kolbenwegen bei der Fremdkraftbremsung mit geschlossenem Trennventil ausgebildet: In einer der Verdrängungskammern enthaltene Bremsflüssigkeit wird durch Betätigung des Hauptbremszylinders aus dieser in einen Bremsflüssigkeitsvorratsbehälter verdrängt, so daß Kolbenhübe bei geschlossenem Trennventil möglich sind. Eine in eine der Verdrängungskammern eingesetzte Simulatorfeder bewirkt Kräfte auf die Kolben, die mit den Kolbenwegen linear zunehmen, so daß ein Fahrer für einen größeren Bremspedalweg eine höhere Betätigungskraft aufbringen muß. Die Zunahme kann linear mittels einer linearen Simulatorfeder oder progressiv sein.

#### Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße, hydraulische Fremdkraft-Bremsanlage weist einen Hauptbremszylinder mit verlängertem Leerweg von beispielsweise 10 mm auf, so daß der Kolben zuerst um den Leerweg in den Hauptbremszylinder hinein verschoben werden muß, bevor ein Druck in dem Hauptbremszylinder aufbaubar ist. Der Leerweg ermöglicht eine Bewegung des Kolbens während der Fremdkraftbremsung, bei der wegen des geschlossenen Trennventils keine Bremsflüssigkeit aus dem Hauptbremszylinder in die Radbremszylinder verdrängbar ist. Bereits während des Leerweges werden die Radbremszylinder mit Druck aus der Fremdenergiequelle beaufschlagt, so daß für die Fremdkraftbremsung

ment bewirkt eine gewünschte Kolbenkraft bei der Bremsbetätigung. Nach Zurücklegen des Leerwegs baut der jeweilige Kolben einen Druck in den Verdrängungskammern auf.

Vorteil der erfindungsgemäßen Bremsanlage ist, daß sie sich durch geringe Änderungen an einem vorhandenen Hauptbremszylinder verwirklichen läßt, nämlich dem Einbau des härteren Simulatorfederelements an Stelle einer Kolbenrückstellfeder sowie der Einstellung eines größeren Ventilöffnungshubs eines in den Kolben integrierten Zentralventils (Anspruch 4) beispielsweise durch Verwendung eines längeren Ventilstößels oder durch einen größeren Abstand der Schnüffelbohrung von einer Dichtmanschette des Kolbens des Hauptbremszylinders (Anspruch 5) beispielsweise durch Versetzen der Dichtmanschette am Kolben. Ansonsten sind keinerlei Modifikationen an einem vorhandenen Hauptbremszylinder notwendig. Die erfindungsgemäße Bremsanlage läßt sich daher preiswert verwirklichen und eine vorhandene Fremdkraft-Bremsanlage kann mit geringem Aufwand zur erfindungsgemäßen Bremsanlage mit der Möglichkeit des Bremsens per Muskelkraft umgerüstet werden.

Die Unteransprüche haben vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der im Hauptanspruch angegebenen Erfindung zum Gegenstand.

#### Zeichnung

Die Erfindung wird nachfolgend anhand in der Zeichnung dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen

Fig. 1 eine erfindungsgemäße, hydraulische Fremdkraft-Bremsanlage, Fig. 2 ein schematisiertes Betätigungs-Weg/Kraft-Diagramm der in Fig. 1 dargestellten Bremsanlage, Fig. 3 eine Einzelheit einer geänderten Ausführungsform der Erfindung gemäß Pfeil III in Fig. 1, und Fig. 4 eine Einzelheit einer weiteren, geänderten Ausführungsform der Erfindung gemäß Pfeil IV in Fig. 1.

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Die erfindungsgemäße, in Fig. 1 dargestellte, insgesamt mit 10 bezeichnete, hydraulische Bremsanlage weist ein Bremsaggregat 12 mit einer Fremdenergiequelle auf, welche einen Pumpenantriebsmotor 14 sowie eine Hydropumpe 16 aufweist, mit der ein Hydrospeicher 18 mit unter Druck stehender Bremsflüssigkeit befüllbar ist. Die unter Druck stehende Bremsflüssigkeit des Hydrospeichers 18 dient zum Betätigen von Radbremszylindern 20, wobei ein Radbremsdruck radindividuell mit im einzelnen nicht dargestellten Radbremsdrucksteuerventilanordnungen, welche in an sich bekannter Weise beispielsweise ein Druckaufbau- und ein Druckabsenkenventil für jeden Radbremszylinder 20 aufweisen, einstellbar ist. Derartige Fremdkraft-Bremsaggregate 12 sind an sich aus dem Stand der Technik bekannt. Zur Steuerung der Radbremsdrucksteuerventilanordnungen und des Pumpenmotors 14 weist das Bremsaggregat 12 ein elektronisches Steuergerät 20 auf. Das Bremsaggregat 12 kann eine an sich bekannte Blockierschutz- oder Schlupfregelrichtung aufweisen.

Hydraulisch sind beispielsweise die beiden Vorderachsbremskreise der Bremsanlage über Trennventile 24 an einen Tandem-Hauptbremszylinder 26 angeschlossen. Die Trennventile 24 sind in ihrer Grundstellung offene 2/2-Magnetventile, die während einer Fremdkraftbremsung in ihre Schließstellung gesteuert werden, so daß der Hauptbremszylinder 26 hydraulisch vom Bremsaggregat 12 getrennt ist.

Bewegung eines Bremspedals 30 an einer Pedalstange 32 abgegriffen, in ein elektrisches Signal umgewandelt und dem elektronischen Steuergerät 22 zugeführt wird, das einen vom Weg, um den das Bremspedal niedergetreten wird, abhängigen Radbremsdruck in den Radbremszylinder 20 einstellt, wobei der Radbremsdruck in jedem Radbremszylinder 20 individuell einstellbar ist. An die Stelle des Wegsensors 28 oder zusätzlich kann auch eine nicht dargestellte Kraftmeßdose treten, die die Kraft mißt, mit der das Bremspedal 30 niedergetreten wird.

Der Hauptbremszylinder 26 weist zwei Kolben, nämlich einen Stangenkolben 34, der mechanisch mittels des Bremspedals 30 über die Pedalstange 32 in den Hauptbremszylinder 26 eindrückbar ist, und einen Schwimmkolben 36, der vom mit dem Stangenkolben 34 im Hauptbremszylinder 26 aufgebauten Druck angetrieben wird. Jedem Kolben 34, 36 ist eine Verdrängungskammer 38, 40 zugeordnet.

Die beiden Kolben 34, 36 weisen ein integriertes Zentralventil 42, 44 auf, das in der in der Zeichnung dargestellten Grundstellung der Kolben 34, 36 geöffnet ist, so daß die Verdrängungskammern 38, 40 mit einem auf den Hauptbremszylinder 26 aufgesetzten Bremsflüssigkeitsvorratsbehälter 46 kommunizieren. Stößel 48, 50 der Zentralventile 42, 44 sind so lang ausgebildet, daß sich ein Ventilöffnungshub von ungefähr 5 mm ergibt, d. h. der Ventilöffnungshub der Zentralventile 42, 44 ist im Vergleich zu bekannten Hauptbremszylindern, bei denen der Ventilöffnungshub der Zentralventile ca. 0,5 bis 1 mm ist, um ein vielfaches verlängert. Da die Zentralventile 42, 44 erst schließen, wenn die Kolben 34, 36 um den jeweiligen Ventilöffnungshub in den Hauptbremszylinder 26 hinein verschoben worden sind, ergibt sich ein Leerweg der Kolben 34, 36 von der Länge des Ventilöffnungshubs.

Der Leerweg jedes Kolbens 34, 36 beträgt ungefähr 5 mm, zusammengekommen also 10 mm. Während des Leerwegs kommuniziert die jeweilige Verdrängungskammer 38, 40 durch das geöffnete Zentralventil 42, 44 mit dem Bremsflüssigkeitsvorratsbehälter 46, weswegen in den Verdrängungskammern 38, 40 kein Druck aufgebaut wird. Erst wenn der Kolben 34, 36 seinen Leerweg zurück gelegt hat, schließt sein Zentralventil 42, 44 und durch weiteres Eindrücken des Kolbens 34, 36 in den Hauptbremszylinder 26 wird ein Druck in der ihm zugeordneten Verdrängungskammer 38, 40 aufgebaut. Dieser Leerweg der beiden Kolben 34, 36 von im Ausführungsbeispiel zusammen ungefähr 10 mm ermöglicht bei der Fremdkraftbremsung, während der die Trennventile 24 geschlossen sind und mithin keine Bremsflüssigkeit aus den Verdrängungskammern 38, 40 in die Radbremszylinder 20 verdrängbar ist, das Bremspedal 30 niederzutreten und dadurch, insbesondere bei Verwendung des Wegsensors 28, eine Fremdkraftbremsung durchzuführen.

In den Hauptbremszylinder 26 sind Schraubendruckfedern 52, 54 als Simulatorfederelemente eingebaut, die die Kolben 34, 36 in ihre Grundstellung drücken. Eine den Schwimmkolben 36 beaufschlagende Schraubendruckfeder 52 stützt sich an einem geschlossenen Stürende des Hauptbremszylinders 26 ab. Eine den Stangenkolben 34 beaufschlagende Schraubendruckfeder 54 stützt sich gegen Schwimmkolben 36 ab. Diese beiden als Simulatorfederelemente dienende Schraubendruckfedern 52, 44 erfordern eine Kraft zum Niedertreten des Bremspedals 30 in von muskelkraftbetätigten, ggf. mit einem Bremskraftverstärker unterstützten, Bremsanlagen her bekannter Größe, um einem Fahrer ein gewohntes Bremsgefühl mit beim Niedertreten des Bremspedals 30 ansteigender Pedalkraft zu vermit-

26 mit Zentralventilen 42, 44 in seinen Kolben 34, 36 kann auch ein nicht dargestellter Tandem-Hauptbremszylinder an sich bekannter Bauart mit Schnüffelbohrungen Verwendung finden, durch die die Verdrängungskammern 38, 40 in der Grundstellung der Kolben 34, 36 mit dem Bremsflüssigkeitsvorratsbehälter 46 kommunizieren und die beim Eindrücken der Kolben in den Hauptbremszylinder von den Kolben überfahren werden, so daß die Verdrängungskammern vom Bremsflüssigkeitsvorratsbehälter getrennt sind und Druck in den Verdrängungskammern aufgebaut werden kann. Hier wird der erfindungsgemäße Leerweg der Kolben dadurch erreicht, daß ein Abstand der Schnüffelbohrungen von Kolbendichtungen in Verschieberichtung der Kolben vergrößert wird. Dies läßt sich bei einem gegebenen Hauptbremszylinder einfach dadurch erreichen, daß die Kolbendichtungen um den gewünschten Leerweg versetzt am Kolben angebracht werden.

Eine Weg/Kraft-Abhängigkeit beim Niedertreten eines Bremspedals ist üblicherweise nicht linear, sondern progressiv, d. h. die zum Niedertreten des Bremspedals erforderliche Kraft nimmt mit zunehmendem Pedalweg überproportional zu. Es ergibt sich ein Dosierbereich für kleine bis mittlere Fahrzeugverzögerung, in welchem die Pedalkraft beim Niedertreten des Bremspedals wenig anwächst, so daß sich die Bremskraft gut dosieren läßt. Der Dosierbereich umfaßt im Straßenverkehr üblicherweise durchgeführte Bremsungen. An den Dosierbereich schließt sich ein progressiver Bereich für hohe Fahrzeugverzögerungen an, in welchem ein Bremspedal zunehmend stärker niedergetreten werden muß, um einen weiteren Pedalweg und damit eine höhere Bremskraft zu erzielen. Ein Fahrer erhält das Gefühl einer zunehmenden "Verhärtung" am Bremspedal beim Niedertreten. Der progressive Bereich geht über in einen Endbereich bei einer Vollbremsung, in welchem sich im wesentlichen nur noch die Pedalkraft und damit die Bremskraft erhöhen, wogegen sich das Bremspedal kaum noch bewegt.

Um einen progressiven Anstieg der Kraft am Bremspedal 30 zu erreichen, können die die Simulatorfederelemente bildenden Schraubendruckfedern 52, 54 eine progressive Federkennlinie aufweisen, d. h. die Federkraft nimmt beim Zusammendrücken überproportional zu. Eine progressive Federkennlinie läßt sich durch zu einem Ende der Schraubendruckfeder 52, 54 hin abnehmende Wicklungsabstände erzielen. Weiterhin läßt sich eine Progression durch Verwendung zweier unterschiedlich harter Schraubendruckfedern 52, 54 erreichen, insbesondere wenn die härtere Schraubendruckfeder im dargestellten Ausführungsbeispiel die den Schwimmkolben 36 beaufschlagende, in der Zeichnung links dargestellte Schraubendruckfeder 52, unter Vorspannung bzw. unter größerer Vorspannung eingebaut ist als die andere Schraubendruckfeder 54. Im Ausführungsbeispiel ist die Vorspannkraft der härteren Schraubendruckfeder 52 nahezu so groß wie die Federkraft der weniger harten Schraubendruckfeder 54, wenn letztere um den Leerweg ihres Kolbens 34 zusammengedrückt ist. Dadurch wird beim Niedertreten des Bremspedals 30 zunächst nur der Stangenkolben 34 gegen die Kraft der ihn beaufschlagenden Schraubendruckfeder 54 verschoben. Kurz vor Ende des Leerwegs des Stangenkolben 34 beginnt sich auch der Schwimmkolben 36 gegen die Kraft der ihn beaufschlagenden Schraubendruckfeder 52 zu verschieben.

Sobald der Stangenkolben 34 seinen Leerweg zurückgelegt hat, schließt sein Zentralventil 42 und, da die Trennventile 24 zur Fremdkraftbremsung geschlossen sind, es läßt sich keine Bremsflüssigkeit aus der dem Stangenkolben 34 zugeordneten Verdrängungskammer 38 verdrängen. Die in der Verdrängungskammer 38 eingeschlossene Bremsflüs-

sich der Schwimmkolben 36 beim weiteren Niedertreten des Bremspedals 30 mit dem Stangenkolben 34 mitbewegt, so daß nur noch die härtere Schraubendruckfeder 52 zusammengedrückt wird. Dadurch ergibt sich eine Progression der zum Niedertreten des Bremspedals 30 erforderlichen Kraft. Der Bremspedalkraftverlauf F im Dossierbereich ist in Abhängigkeit vom Leerhub  $s_1$ ,  $s_2$  des Stangen- und des Schwimmkolbens 38, 36, die dem Bremspedalweg proportional sind, in Fig. 2 schematisch dargestellt.

Nachdem die Kolben 34, 36 ihren Leerweg zurückgelegt haben läßt sich infolge der gesperrten Trennventile 24 während der Fremdkraftbremsung keine Bremsflüssigkeit mehr aus den Verdrängungskammern 38, 40 verdrängen, die Kolben 34, 36 können nicht tiefer in den Hauptbremszylinder 26 hinein geschoben werden. Um hier einen weiteren Pedalweg zu realisieren, weist die erfindungsgemäße Bremsanlage 10 eine dritte Elastizität auf, die in die das Bremspedal 30 mit dem Stangenkolben 38 verbindende Pedalstange 32 integriert sein kann: Diese dritte Elastizität kann beispielsweise mittels eines Gasdruckfederelements, dessen Prinzip in der DE 43 24 041 A offenbart ist, bewirkt werden. Im Ausführungsbeispiel weist die dritte Elastizität einen mit dem Bremspedal 30 verbundenen Kolben 56 auf, der in einem mit dem Stangenkolben 34 verbundenen Zylinder 58 verschiebbar ist. Als Simulatorfederelement ist ein kuppelförmiger Elastomerkörper 60 mit geschlossenen Poren beispielsweise aus Polyuretan in den Zylinder 58 eingesetzt. Dieser Elastomerkörper 60 hat auf Grund seiner Materialeigenschaften bereits ein progressives Elastizitätsverhalten. Dieses progressive Verhalten wird durch die Kuppelform verstärkt, da sich der Elastomerkörper 60 beim Zusammenpressen über einen zunehmenden Teil seiner Höhe an eine Umfangswand des Zylinders 58 anlegt und sich infolgedessen nicht weiter in radialer Richtung ausdehnen kann.

Der Elastomerkörper 60 ist unter Vorspannung in den Zylinder 58 eingesetzt, wobei die Vorspannung so groß gewählt ist, daß sich der Elastomerkörper 60 erst verformt, wenn der mit der stärkeren Schraubendruckfeder 52 beaufschlagte Schwimmkolben 36 seinen Leerweg nahezu überwunden hat. Auf diese Weise steigt die Bremspedalkraft im Anschluß an den Dossierbereich nach Überwindung der Leerwege  $s_1$ ,  $s_2$  im progressiven Bereich bis  $s_3$  stark progressiv an, wie in Fig. 2 schematisch dargestellt. Dieser progressiv Bereich bis  $s_3$  wird begrenzt durch einen Anschlag 62 im Zylinder 58, der den Verschiebeweg des Kolbens 56 begrenzt. Sobald der Kolben 56 den Anschlag 62 erreicht, wird das Bremspedal 30 nahezu starr, es läßt sich nur noch wenig niedertreten, wogegen die Pedalkraft stark zunimmt (Endbereich rechts von  $s_3$  in Fig. 2).

Anstelle des Elastomerkörpers 60 kann beispielsweise auch eine Schraubendruckfeder 64 mit linearer oder progressiver Federkennlinie als Simulatorfederelement in die Kolben-Zylinder-Einheit 56, 58 eingesetzt sein, wie es in Fig. 3 dargestellt ist.

Die dritte Elastizität läßt sich auch durch eine Elastizität in einem der Hauptbremszylinderkreise hydraulisch verwirklichen, wie in Fig. 4 dargestellt. In bekannter Weise wird ein mit einer Simulatorfeder 66 belasteter Simulatorkolben 68 von Bremsflüssigkeit unter Hauptbremszylinderdruck beaufschlagt. Bei geschlossenen Zentralventilen 42, 44 ist damit eine weitere Bewegung der Kolben 34 des Hauptbremszylinders 26 möglich, solange wie der Simulatorkolben 68 nachgibt. Der Simulatorkolben 68 kann mittels eines zusätzlichen Ventiles 70 im Hilfsbremsfall abgesperrt werden. Das zusätzliche Ventil 70 kann elektromagnetisch oder mechanisch durch die Bewegung des Hauptbremszylinderkolbens 36 betätigt werden.

Bei Ausfall der Fremdenergiequelle 14, 16, 18, 22 bleiben

die Trennventile 24 beim Niedertreten des Bremspedals 30 geöffnet und es erfolgt eine Muskelkraftbremsung mittels des Hauptbremszylinders 26 in an sich bekannter Weise.

#### Patentansprüche

1. Hydraulische Bremsanlage, mit einem per Muskelkraft betätigbaren Hauptbremszylinder als Bremskraft-Sollwertgeber für Fremdkraftbremsungen, mit einem dem Hauptbremszylinder nachgeschalteten Trennventil, das den Hauptbremszylinder während einer Fremdkraftbremsung von Radbremszylindern trennt, mit einer für Fremdkraftbremsungen bestimmten Fremdenergiequelle, an die die Radbremsdrucksteuerventilanordnungen aufweisenden Radbremszylinder angeschlossen sind, wobei die Radbremszylinder bei Ausfall der Fremdenergiequelle mittels des Hauptbremszylinders mit Bremsdruck beaufschlagbar sind, und mit einem Simulatorfederelement, das einen Kolben des Hauptbremszylinders in seine Grundstellung drückt und eine Weg/Kraft-Abhängigkeit am Kolben bewirkt, die derjenigen von Muskel- oder Hilfskraftbremsanlagen ähnlich ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Kolben (34, 36) des Hauptbremszylinders (26) einen verlängerten Leerweg aufweist, wobei der Kolben (34, 36) keinen Druck im Hauptbremszylinder aufbaut, während er den Leerweg zurück legt, und wobei eine Fremdkraftbremsung erfolgt, während der Kolben (34, 36) den Leerweg zurücklegt.
2. Hydraulische Bremsanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Leerweg des Kolbens (34, 36) etwa 10 mm lang ist.
3. Hydraulische Bremsanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Leerweg des Kolbens (34, 36) etwa 1/3 bis 2/3 eines Gesamthubs des Kolbens (34, 36) lang ist.
4. Hydraulische Bremsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Kolben (34, 36) des Hauptbremszylinders (26) ein Zentralventil (42, 44) aufweist, das in der Grundstellung des Kolbens (34, 36) geöffnet ist und durch das eine Verdrängungskammer (38, 40) des Hauptbremszylinders (26) mit einem Bremsflüssigkeitsvorratsbehälter (46) kommuniziert, wobei ein Ventilöffnungshub des Zentralventils (42, 44) zur Darstellung des verlängerten Kolbenleerwegs verlängert ist.
5. Hydraulische Bremsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Hauptbremszylinder (26) eine Schnüffellochbohrung aufweist, durch die eine Verdrängungskammer (38, 40) des Hauptbremszylinders (26) mit einem Bremsflüssigkeitsvorratsbehälter (46) kommuniziert, wenn sich der Kolben (34, 36) in seiner Grundstellung befindet, wobei ein Abstand der Schnüffellochbohrung vom Kolben (34, 36) in Hubrichtung des Kolbens (34, 36) zur Darstellung des verlängerten Kolbenleerwegs vergrößert ist.
6. Hydraulische Bremsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Bremsanlage (10) als Zweikreis-Bremsanlage mit einem Tandem-Hauptbremszylinder (26) ausgebildet ist, wobei der Hauptbremszylinder (26) ein Simulatorfederelement (52, 54) für jeden Kolben (34, 36) aufweist.
7. Hydraulische Bremsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Simulatorfederelement (52, 54) eine progressive Federkennlinie aufweist.
8. Hydraulische Bremsanlage nach Anspruch 6, da-

durch gekennzeichnet, daß die beiden Simulatorfederelemente (52, 54) unterschiedliche Federhärten aufweisen.

9. Hydraulische Bremsanlage nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß eines der Simulatorfederelemente (52) eine Vorspannkraft bzw. eine größere Vorspannkraft als das andere Simulatorfederelement (54) aufweist. 5

10. Hydraulische Bremsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Hauptbremszylinder (26) ein weiteres Simulatorfederelement (60) aufweist, über das ein Kolben (34) des Hauptbremszylinders (26) zur Bremsbetätigung mit einer Kraft beaufschlagbar ist. 10

11. Hydraulische Bremsanlage nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das weitere Simulatorfederelement (60) einen Elastomer aufweist. 15

12. Hydraulische Bremsanlage nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das weitere Simulatorfederelement eine Stahlfeder (64) aufweist. 20

13. Hydraulische Bremsanlage nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das weitere Simulatorfederelement eine Stahlfeder mit progressiver Federkennlinie aufweist.

14. Hydraulische Bremsanlage nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das weitere Simulatorfederelement einen kleinen Bremspedalweg zuläßt, bevor die zur Verschiebung des Kolbens (34) des Hauptbremszylinders (26) notwendige Kraft erreicht ist. 25

15. Hydraulische Bremsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß sie zwischen einer der Verdrängungskammern (38, 40) des Hauptbremszylinders (26) und dem zugehörigen Trennventil (24) eine in hydraulische Elastizität (66, 68) aufweist, die nach Schließen der Zentralventile (42, 44) einen weiteren Kolbenweg bei steigender Betätigungskraft zuläßt. 30 35

16. Hydraulische Bremsanlage nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die zusätzliche hydraulische Elastizität (66, 68) im Hilfsbremsfall mittels eines zusätzlichen Ventils (70) abgesperrt ist. 40

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

45

50

55

60

65

